

2024年度
分野別動向調査報告書

(国内外技術動向調査委員会)

2025年3月

一般財団法人 マイクロマシンセンター

二〇二四年度

分野別動向調査報告書

(国内外技術動向調査委員会)

二〇二五年三月

一般財団法人

マイクロマシンセンター

序

マイクロマシンセンターは、2021年に創立30周年を迎えましたが、その際に、過去30年のマイクロマシン・MEMS技術の歴史を振り返ってみました。70年代に現れ始めたMEMSに関する研究は80年代にはTRANSDUCERS(1981年)、IEEE MEMS(1989年)などの学会の発足につながりました。1991年には我が国でも通産省のマイクロマシンプロジェクトがスタートし、2000年代にも多くのMEMS関連プロジェクトが連続して行われることで、我が国MEMS技術は大きな進展を遂げました。

その間にも、世界のMEMS研究はさらなる発展を遂げ、上述の国際学会も連綿と続き、発表される最先端のMEMS技術の内容も、またそれを発表する国や顔触れも、大きな変化を遂げてきました。当センターでは、我が国のMEMS産業・技術の一層の発展を図るためには、今後の研究開発の一層の加速が必要と考えていますが、そのためには、国内外にわたる現状の研究開発状況を調査・分析し、我が国MEMS技術者にフィードバックしていくことが極めて重要です。

このような状況と認識に立って、当センターでは1993年からMEMS技術に関する国内外の研究開発動向を調査してまいりましたが、最先端を行く国際学会を定点観測することが最も効果的な調査方法であるとして、2002年度からは調査研究事業委員会のもとに国内外技術動向調査委員会を設けてこの調査を続けています。

本報告書は、この調査研究事業の2024年度の成果を取りまとめたものです。各方面において広くご利用いただければ幸いです。

2025年7月

一般財団法人マイクロマシンセンター
副理事長・専務理事 長谷川 英一

目 次

序

第1章 緒言1

- (1) はじめに1
- (2) 委員会構成2
- (3) 調査方法3

第2章 2024年度上期分野別動向調査結果

- (APCOT2024 発表分類調査、分野別動向調査)7

(1) Fundamentals

- 1-1. Fabrication Technologies (Silicon) 12
- 1-2. Fabrication Technologies (Non-Silicon) 16
- 1-3. Packaging Technologies 26
- 1-4. Actuators 28
- 1-5. Design and Modeling 32
- 1-6. Material 36
- 1-7. Others (Fundamentals) 38

(2) Applied Devices/Systems

- 2-1. Mechanical Sensor 42
- 2-2. Radiation/Material Substance Sensor 46
- 2-3. Fluidic 50
- 2-4. Chemical Sensor 56
- 2-5. Bio Science 60
- 2-6. Bio Medical Applications 64
- 2-7. Optical 70
- 2-8. RF-MEMS 74
- 2-9. Power-MEMS 80
- 2-10. Others (Applied Devices/Systems) 84

(3) Others

- 3-1. Others (Overall) 86

第3章 2024年度下期分野別動向調査結果

(MEMS2025 発表分類調査、分野別動向調査)	87
---------------------------	----

(1) Fundamentals

1-1. Fabrication Technologies (Silicon)	96
1-2. Fabrication Technologies (Non-Silicon)	100
1-3. Packaging Technologies	114
1-4. Actuators	118
1-5. Design and Modeling	122
1-6. Material	126
1-7. Others (Fundamentals)	132

(2) Applied Devices/Systems

2-1. Mechanical Sensor	136
2-2. Radiation/Material Substance Sensor	140
2-3. Fluidic	144
2-4. Biomacromolecules	150
2-5. Cells & Subcellular components	156
2-6. Tissue/Organ & Medical Applications	162
2-7. Optical	172
2-8. RF-MEMS	178
2-9. Power-MEMS	182
2-10. Others (Applied Devices/Systems)	186

(3) Others

3-1. Others (Overall)	190
-----------------------	-----

第 1 章 緒 言

第1章 緒言

(1) はじめに

MEMS 技術の様々な分野への応用の拡大、新たな産業の創出が待望されている。自動車や情報機器の分野では既に MEMS 技術は実用化されている。近年 Internet of Things (IoT) 導入が進む中で、センサによる情報取得技術の重要性が増し、プラント等の高機能メンテナンス、環境のモニタリングや、高度医療への適用も期待されている。更に、化学・生化学分析システムの小型化や創薬のための高効率化学合成などへの応用方法が提案され、ナノテクノロジーとの融合による新たな産業の創出が待望されている。

MEMS 技術を効率的に研究して早期に実用化するためには、その国内外技術動向を把握することが必要である。様々な分野への応用が期待されている MEMS 技術は世界各国で盛んに研究されている。将来の研究指針を得るためには、最新の研究成果から現在の技術潮流を理解することが必要である。また現在の潮流をもたらした経緯を把握し、今後の実用化開発に活かすには、各研究分野の動向を長期的な視点で把握することも重要である。

上記の観点から、国内外の最新かつ詳細な情報を収集・分析し、その技術動向を把握することを目的とし、平成 5 年度より継続してマイクロマシン技術国内外研究開発動向調査事業に取り組んできた。分野別動向調査はこの事業の一環として主に国際会議の論文集をもとに、技術分野別に研究開発動向を分析したものである。

2024 年度は、上期は APCOT2024、下期は MEMS2025 それぞれを対象として、発表分類及び分野別発表動向などを調査した。本報告書は、上記の内容を 2024 年度の国内外技術動向調査事業の成果としてまとめたものである。

2025 年 7 月

国内外技術動向調査委員会
委員長 小西 聡